

# RAPPORT FINAL

## Portraits environnementaux des domiciles contaminés par la mэрule pleureuse



Étude exploratoire  
Par Marie-Lou Sanschagrin  
Janvier 2023



**Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un stage financé par Les offices jeunesse internationaux du Québec (LOJIQ) en partenariat avec Mérieux pleureuse Québec**

<b>PRÉAMBULE</b>	<b>3</b>
<b>DOCUMENTER LES PORTRAITS ENVIRONNEMENTAUX DES DOMICILES CONTAMINÉS PAR LA MÉRULE PLEUREUSE : POURQUOI?</b>	<b>3</b>
Objectifs de l'étude	3
Quelles conditions de croissance pour la mérule pleureuse?	3
<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>5</b>
Échantillon	5
Espèces de mérules	7
Démarche de l'étude exploratoire	8
Une analyse du bâtiment	8
Une analyse de l'environnement	8
<b>UNE ANALYSE DU BÂTIMENT : PORTRAIT DES DOMICILES CONTAMINÉS À LA MÉRULE</b>	<b>10</b>
Âge des bâtiments au moment du constat de mérule	10
Type de bâtiment contaminés par la mérule	11
Fondations des bâtiments	12
Matériaux des fondations	13
Occupation du bâtiment	14
Dommages liés à l'eau	14
Regard sur les origines de la contamination selon nos participants	16
<b>UNE ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT : PORTRAIT ENVIRONNEMENTAL DES DOMICILES CONTAMINÉS À LA MÉRULE</b>	<b>18</b>
1. Présence d'étendue d'eau permanente	19
2. Présence de milieu humide	21
3. Indice d'humidité topographique	23
4. Dépôts de surface	24
5. Canopée	25
6. Domaines bioclimatiques	26
Zones de végétation et domaines bioclimatiques	26
Domaines bioclimatiques de la forêt décidue	28
Domaines bioclimatiques de la forêt mixte	29
<b>RETOUR ET PERSPECTIVES</b>	<b>31</b>
Retour sur les résultats	31
Limites de l'étude	32

## PRÉAMBULE

### DOCUMENTER LES PORTRAITS ENVIRONNEMENTAUX DES DOMICILES CONTAMINÉS PAR LA MÉRULE PLEUREUSE : POURQUOI?

#### Objectifs de l'étude

Mérule pleureuse Québec est un organisme qui a, parmi ses nombreux mandats, celui de documenter et d'analyser l'étendue de la mérule pleureuse à l'échelle du Québec. Comme la contamination à la mérule pleureuse (ou *Serpula lacrymans*) apparaît comme une problématique connaissant une médiatisation assez récente au Québec, et ce malgré le premier diagnostic à l'échelle de la province remontant à 1947, elle demeure encore que très peu documentée à ce jour (Société d'habitation du Québec, 2017). Son importance n'en est toutefois pas moindre puisque ce champignon, aussi appelé le «cancer du bâtiment», connaît de plus en plus d'expansion au Québec. En effet, avec la collaboration de quelques laboratoires en microbiologie, Mérule pleureuse Québec a pu recenser jusqu'à présent 152 cas de mérule au sein d'habitations privées à travers la province, et ce de 2008 à 2021.

Le rapport ci-présent est né d'une volonté de se munir d'une première base de données nous informant sur certaines conditions environnementales pouvant exposer davantage le milieu de croissance de la mérule pleureuse, et ce à une échelle plus large que celle du bâtiment même. En ce sens, il a pour but de bonifier la compréhension de la problématique au Québec sous un nouvel angle, soit en examinant plus particulièrement les portraits environnementaux dans lesquels évolue ce type de champignon. La récolte de certaines caractéristiques que composent les territoires affectés par la mérule aura donc pour but d'avoir un premier aperçu des facteurs environnementaux pouvant favoriser l'apparition et la croissance des champignons de type mérule. Ce rapport se présente également comme une opportunité de mettre en lumière de nouvelles pistes de réflexion et de recherche entourant la problématique. En s'intéressant aux profils territoriaux des domiciles qui se sont vus contaminés par un champignon de type mérule, Mérule pleureuse Québec souhaite d'autant plus offrir une documentation plus élargie, voire même des nouvelles voies de sensibilisation envers les propriétaires se voyant aux pris avec cette problématique qui représente assurément un énorme fléau financier et psychologique pour ces derniers.

#### Quelles conditions de croissance pour la mérule pleureuse?

Notons tout d'abord que cette étude englobe les différents types de mérule de genre *Serpula*, c'est-à-dire la mérule *lacrymans* (connue sous le nom de la mérule pleureuse), soit le type de mérule la plus répandue au Québec en date de 2017, mais également les mérules de type *himantoides* ainsi que la mérule *pulverulenta*

Comme la mэрule se dэveloppe principalement à l'intэrieur de bâtiments, il est nэcessaire de faire un bref portrait des conditions de dэveloppement et de croissance de celle-ci sous cet angle. Bien que ce rapport tient compte de trois espэces de mэрule de genre *Serpula*, la mэрule pleureuse, à titre indicatif, prэsente des caractэristiques bien prэcises qui favorisent le dэveloppement du champignon au sein des propriэтэs.

Selon la littэrature disponible, il est indiquэ que la mэрule pleureuse est un espэce de champignon qui s'introduit dans des bâtiments par voie aэrienne à partir d'un milieu contaminэ, soit par transport de spores ou de fragments de son mycэlium, ou par l'entremise d'objets, d'animaux ou de bois contaminэs (Sociэтэ de l'habitation du Quэbec, 2017). La prэsence de spores dans une propriэтэ n'implique toutefois pas une contamination systэmatique. La mэрule a en ce sens besoin de conditions de dэveloppement bien particuliэres pour croўtre et se propager (SHQ,2017). Ainsi, l'existence de spores ou de fragments de mycэlium dans un bâtiment dont l'entretien est adэquat aura peu de probabilitэ d'aboutir à une expansion du champignon dans son environnement. Inversement, si une propriэтэ connaўt des conditions d'entretien plus prэcaires ou des lacunes en matiэre de construction, elle sera ainsi plus vulnэrable à s'exposer à la croissance du champignon.

Comme la mэрule pleureuse est un champignon lignivore, elle s'attaque principalement à la structure de bois des bâtiments, entraўnant peu à peu sa dэcomposition et l'amenant à prэsenter des risques pour sa soliditэ. Elle croўt donc principalement à l'intэrieur de bâtiments sur des surfaces de bois humides, et que trэs peu en milieu extэrieur. Sa croissance sera ainsi favorisэe dans des bâtiments этant mal entretenus ou prэsentant des lacunes de construction, ainsi qu'au sein de bâtiments этant plus vulnэrables aux infiltrations d'eau (SHQ, 2017). La prэsence d'eau stagnante dans une structure, une infiltration ou une fuite d'eau n'ayant pas этэ rэglэ rapidement, de l'humiditэ, un problэme de fondation, un incendie, des lacunes d'entretien, une inoccupation à long terme voire l'abandon d'une propriэтэ, sont эgalement tous des facteurs propices à contribuer à l'apparition de la mэрule dans un milieu intэrieur (SHQ,2017). Au Quэbec, on note d'ailleurs que l'un des endroits les plus propices au dэveloppement de la mэрule correspond au vide sanitaire. Les sous-sols ainsi que les caves, de par leur humiditэ et leur faible ventilation, sont aussi des lieux plus favorables à la croissance de cette espэce de champignon (SHQ,2017).

Ainsi, selon la Sociэтэ d'Habitation du Quэbec, des conditions de dэveloppement de la mэрule pleureuse ont plus spэcifiquement этэ dэfinies à l'эchelle du bâtiment:

- *Une présence d'eau ou d'humidité dans les matériaux de bois, de papier, et de carton mouillés, notamment dans un vide sanitaire;*
- *Une absence ou une très faible luminosité;*
- *Une ventilation insuffisante ou absente;*
- *Une température entre 5°C et 26°C (la température optimale de croissance étant de 20 °C).*

Ces conditions de développement étant propres au bâtiment doivent donc être prises en compte pour expliquer l'apparition et la croissance de mэрule à l'intérieur même d'un domicile. Tel que mentionné, ce rapport aura plutôt pour objectif de documenter les conditions environnementales externes au bâtiment.

## MÉTHODOLOGIE

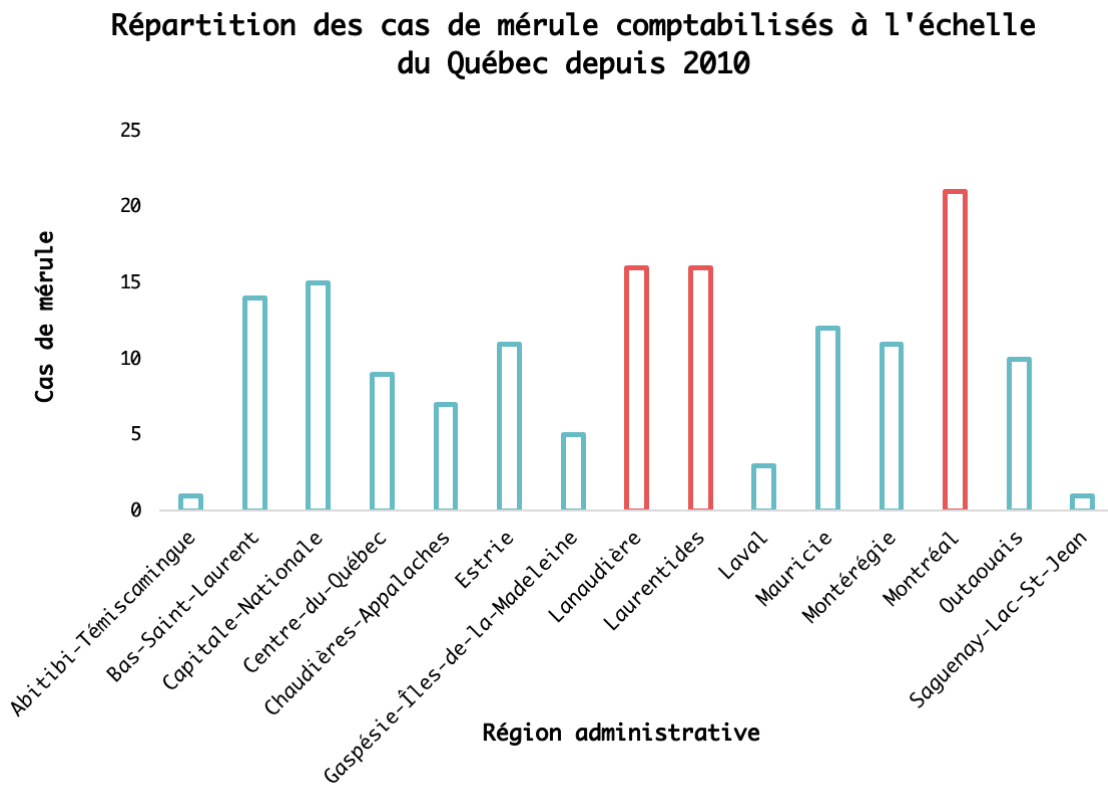
La réalisation de ce rapport se base sur deux travaux de collecte d'informations et d'analyse. La première collecte de données se penche plus spécifiquement sur les profils des domiciles contaminés par la mэрule alors que la deuxième collecte concerne les conditions environnementales des bâtiments affectés. Ceci dit, le travail qui suit a été rendu possible grâce à la collaboration de 29 participant.e.s provenant de 28 adresses différentes au Québec. Sur une base volontaire, ces dernier.e.s ont accepté de compléter un sondage qui visait la transmission de données sur leurs propriétés. Ces participant.e.s ont tous.tes été victimes d'une problématique de mэрule diagnostiquée au domicile (primaire ou secondaire) entre 2005 et 2021. Dans une mesure où nous nous intéressons aux bâtiments affectés par la mэрule, l'échantillon total utilisé correspondra donc au nombre de 28 habitations.

### Échantillon

Grâce à la collaboration de plusieurs firmes de microbiologie du Québec, Mэрule pleureuse Québec a pu réaliser une recension des cas de mэрule pleureuse confirmés dans à l'échelle de la province. Tel que mentionné plus tôt, 152 cas de mэрule de genre *Serpula* ont été comptabilisés au Québec. Selon nos résultats, la majeure partie des cas, représentant 14% de notre échantillon total, se retrouve dans la région de Montréal. Les régions de Lanaudière et des Laurentides se situent en deuxième rang avec un taux de 11% chacun de l'échantillon total.

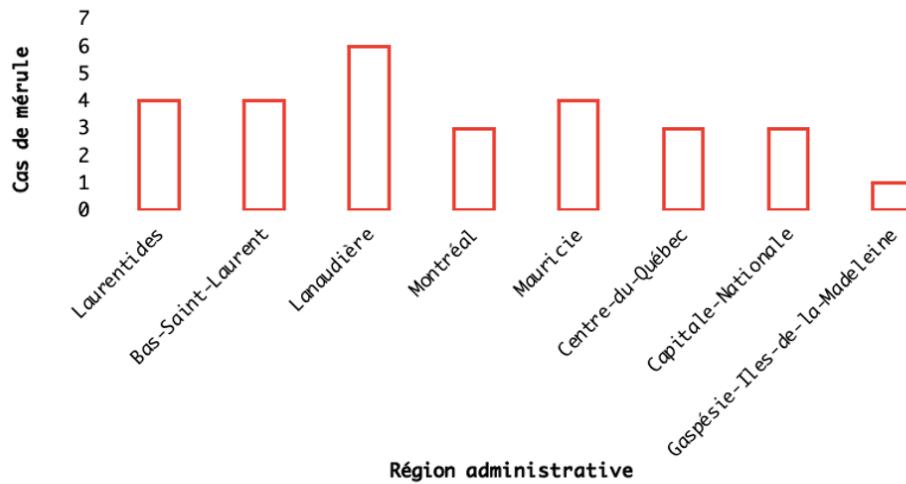
Il importe toutefois de mentionner que cette recension des cas de mэрule au Québec a été réalisée avec la collaboration de certaines firmes de microbiologie au Québec et que seule

la mэрule de genre *Serpula* a été visée pour celle-ci. Ce portrait de la répartition des cas de mэрule à l'échelle du Québec illustre donc uniquement les cas recensés dans notre propre base de données.



Les participant.e.s de cette étude exploratoire demeurent aussi tous.tes dans la province de Québec. Bien que le territoire de Montréal corresponde à la région administrative qui compte le plus de cas de contamination à la mэрule selon nos statistiques actuelles, l'échantillon de notre étude démontre quant à elle une concentration plus importante de cas dans la région de Lanaudière (21%). Les graphiques ci-présents représentent ainsi très bien l'étendue de la mэрule à travers le Québec et démontre que ce type de champignon détient la capacité de se développer à grande échelle malgré qu'il nécessite la présence de conditions bien spécifiques.

### Répartition géographique des cas de mэрule comptabilisés au sein de notre échantillon



### Espèces de mэрules

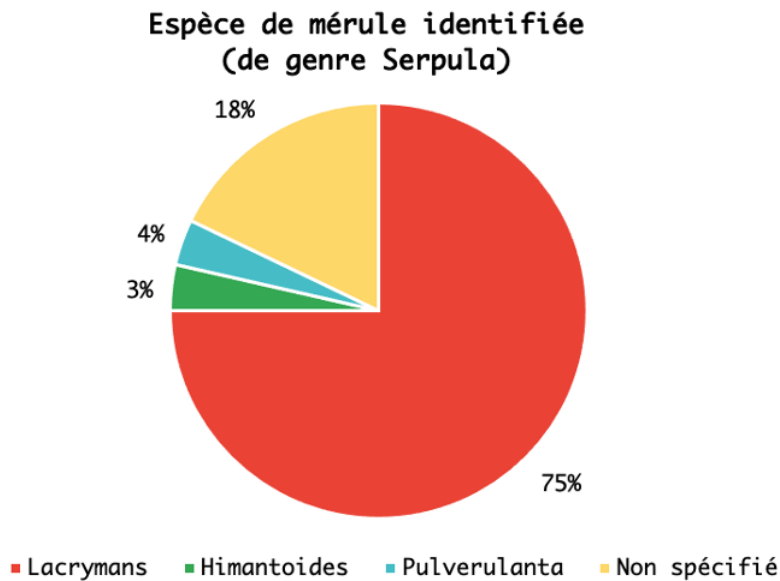
Tel que mentionné plus tôt, le rapport présenté tient compte de cas de mэрule de genre *Serpula* incluant ainsi les champignons d'espèce *lacrymans*, *himantoides* et *pulverulenta*.

Famille	Genre	Espèce
<u>Serpulaceae</u>	<i>Serpula</i>	<u>Serpula lacrymans</u>
		<u>Serpula himantoides</u>
		<u>Serpula pulverulenta</u>

Bureau de normalisation du Québec, 2021.

Notre échantillon révèle que 75% des domiciles ont été affectés par la mэрule pleureuse (*Serpula lacrymans*) soit l'espèce de mэрule se qualifiant comme la plus destructrice et la plus incontrôlable selon la Société d'habitation du Québec, alors que les autres participants ont été touchés par la *Serpula himantoides* (3%) ou *pulverulenta* (4%).





### Dэmarche de l'эtude exploratoire

#### Une analyse du бâtiment

Dans un premier temps, les participants de l'эtude se sont vu remplir le formulaire rэalisэ par l'organisme (*Formulaire - Analyse environnementale des cas de contamination par la mэрule pleureuse*) dans lequel les questions adressées se concentrent majoritairement sur le profil du бâtiment contaminé par la mэрule. De cette façon, il a été possible de rэcolter certaines caractéristiques des différents бâtiments visés par la contamination et de rэcolter des données sur les facteurs qui ont pu ętre influents sur le dэveloppement de la mэрule à l'intérieur męme du бâtiment. On parle notamment de facteurs tels que le type de fondation et de ses matériaux ou de tout genre de dommages liés à l'eau par exemple.

#### Une analyse de l'environnement

Dans un deuxiэme temps, les adresses des бâtiments contaminés de notre échantillon ont servi à acquérir de plus amples données sur les portraits territoriaux de chacun de ces derniers. Ces informations ont majoritairement été recueillies à l'aide d'un logiciel de cartographie permettant l'accès à des données écoforestières multiples. Pour cette éтude, nous nous sommes arrêtés sur certaines données géographiques : les plans d'eau et milieux humides à proximité, l'indice d'humidité topographique, la canopée, les dépôts de surface ainsi que les domaines bioclimatiques dans lesquels des cas de contamination de mэрule pleureuse ont été confirmés. Chacune de ces composantes sera évidemment définie plus concrètement dans le rapport afin de s'assurer de la compréhension et de l'implication

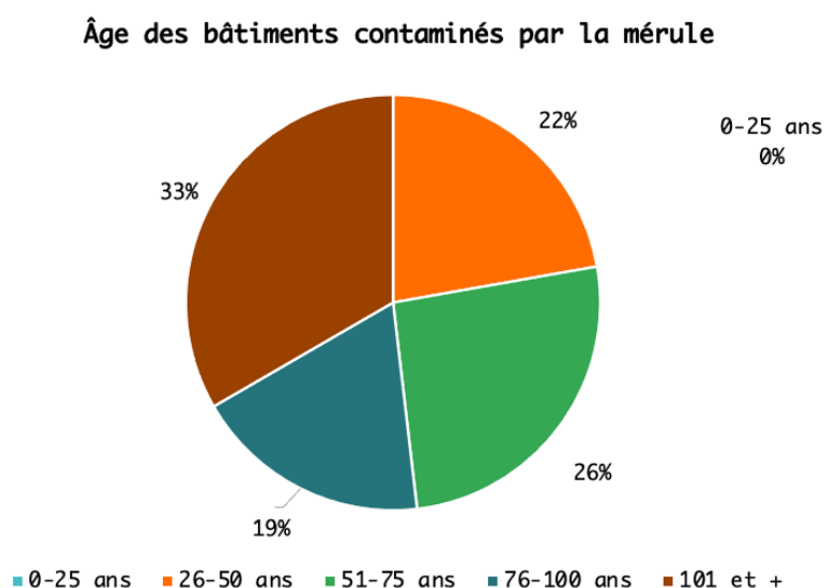
de ces dernières dans la problématique. Dans un souci de confidentialité des individus ayant participé à l'étude, aucune forme de représentation des localisations des domiciles contaminés de notre échantillon ne sera disponible dans le rapport.

## UNE ANALYSE DU BÂTIMENT : PORTRAIT DES DOMICILES CONTAMINÉS À LA MÉRULE

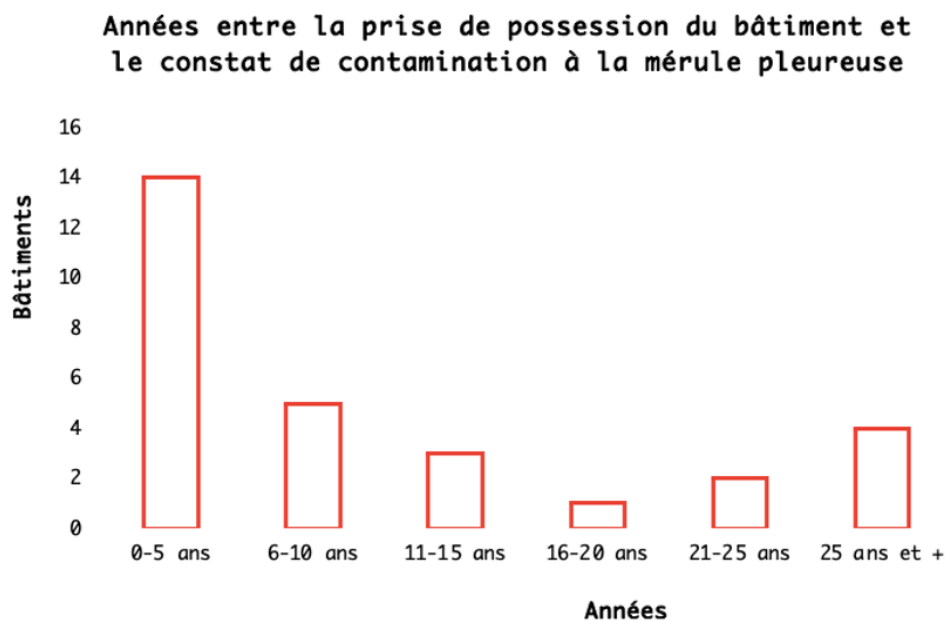
Avant de procéder à l'analyse de l'environnement des domiciles visés par l'étude, nous avons cru nécessaire de dresser un portrait des bâtiments de notre échantillon. Ce portrait peut s'avérer pertinent pour avoir un aperçu du profil typique d'un bâtiment affecté parmi notre échantillon, mais il se montre également intéressant pour soulever certains facteurs communs quant à la dynamique de croissance de la mérule.

### Âge des bâtiments au moment du constat de mérule

Les données comptabilisées pour ce rapport nous révèlent que l'âge des domiciles contaminés au moment du diagnostic de mérule varie considérablement l'un de l'autre. En effet, le graphique ci-dessous démontre que 33% des bâtiments ont été construits il y a plus de 100 ans avant la découverte de mérule. Les propriétés restantes affichent des proportions relativement équivalentes, se situant dans des tranches d'âge comprises entre 26 et 100 ans. Aucune propriété n'a ainsi été affectée dans une période de 25 ans suivant sa construction, selon les informations recueillies auprès de nos participants. Ces données démontrent en ce sens qu'au sein de notre échantillon, les constructions les plus âgées sont celles qui ont été les plus touchées par une contamination à la mérule. Cela dit, ce constat vient soutenir l'importance de l'entretien adéquat d'une propriété à des fins de prévention contre le développement de toute forme de mérule.



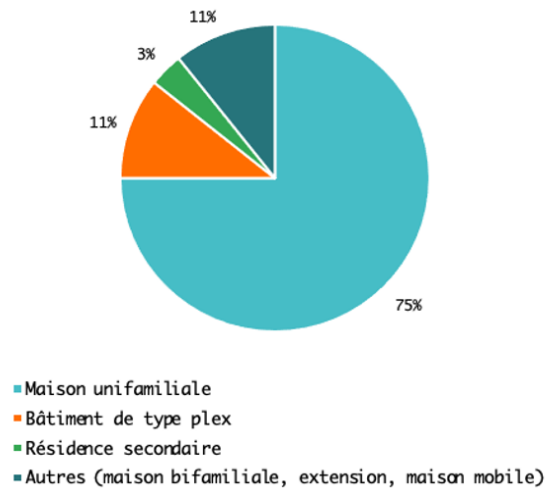
Le graphique suivant présente les données correspondant à la période s'écoulant entre la prise de possession du bâtiment ainsi que le constat de contamination à la mérule. Force est de constater que la moitié de notre échantillon déclare avoir reçu le diagnostic de mérule dans les cinq premières années suivant la prise de possession de leurs propriétés, pouvant s'expliquer par plusieurs facteurs (inspections non réalisées, travaux effectués dans de courts délais à la suite de l'achat, ajout d'isolation, etc.).



### Type de bâtiment contaminés par la mérule

Dans un premier temps, nous pouvons constater que 75% des propriétés de notre échantillon correspond à des bâtiments de type «maison unifamiliale» alors que 22% se voit constituée de bâtiment de type «plex» ou d'autres types de bâtiments (extension, maison mobile, maison bifamiliale). Notons que les domiciles contaminés signalés au Québec correspondent majoritairement à des maisons de type unifamiliale, ce qui concorde également avec notre échantillon (SHQ, 2017). Toutefois, ces résultats peuvent être influencés par le fait que seules les propriétés de type unifamilial ou de type plex sont éligibles au programme d'intervention résidentielle offert par la Société d'habitation du Québec qui constitue le principal référent des victimes de mérule pour notre organisme. En ce sens, qu'une seule adresse correspond à un bâtiment qui est utilisé à titre de résidence secondaire.

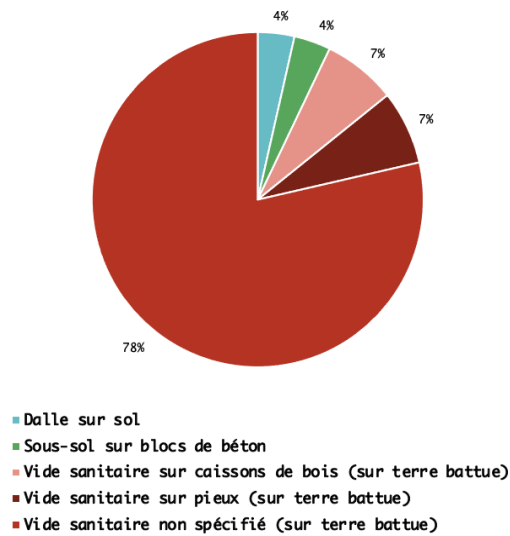
Type de bâtiment ayant été contaminé par la mэрule



### Fondations des bâtiments

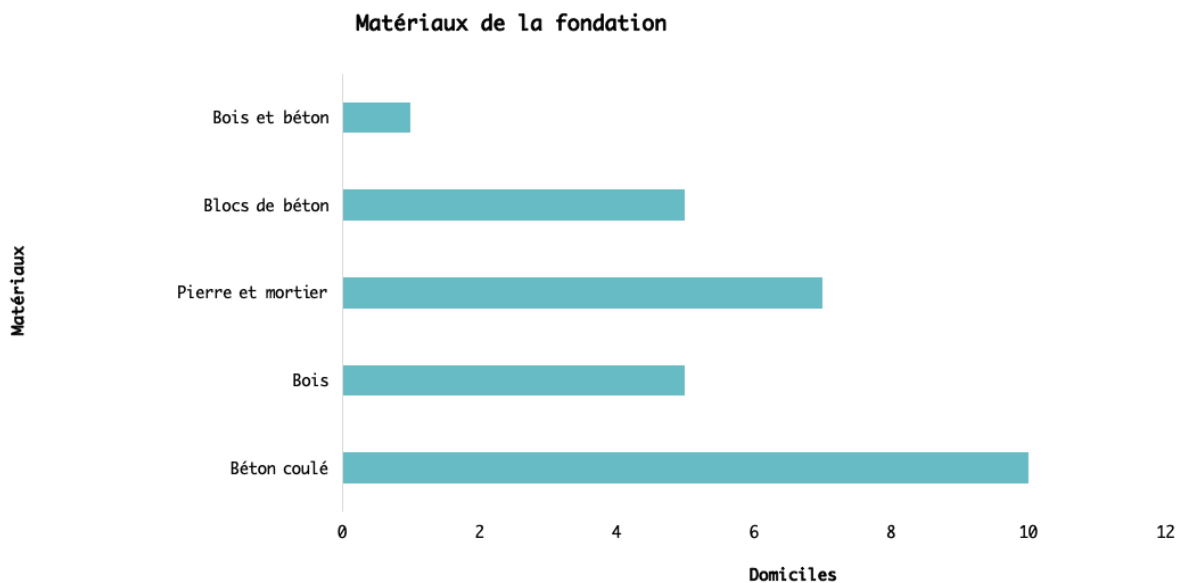
Au Québec, la présence d'une ossature en bois et d'un vide sanitaire sont des caractéristiques qui ont été privilégiées dans la construction de domiciles privés pendant de nombreuses années. D'ailleurs, la majorité des habitations contaminées par la mэрule recensées au Québec constituent des habitations dont les fondations sont érigées sur un vide sanitaire (*ibid.*). Notre échantillon révèle en ce sens que 93% des domiciles sont établis sur des vides sanitaires sur terre battue. Notre échantillon expose ainsi que les vides sanitaires sont des milieux propices au développement de la mэрule dans une mesure où ces derniers constituent des environnements humides ou insuffisamment ventilés, voire des milieux qui ont été mal conçus ou mal entretenus.

Type de fondation des bâtiments contaminés à la mэрule



### Matériaux des fondations

En ce qui a trait aux matériaux des fondations des domiciles de notre échantillon, le béton est l'élément le plus utilisé dans la construction d'habitations (36%), suivi de l'utilisation de pierres et de mortier (25%). Rappelons que la mэрule détient la capacité, par ses cordons mycéliens, de s'infiltrer dans la maçonnerie et de s'y propager sur plusieurs mètres si elle n'est pas traitée rapidement. L'utilisation de blocs de béton/briques ainsi que de pierres et de mortier sont d'ailleurs plus susceptibles aux infiltrations d'eau et à la formation de moisissures vu l'étanchéité plus faible des joints reliant les blocs.

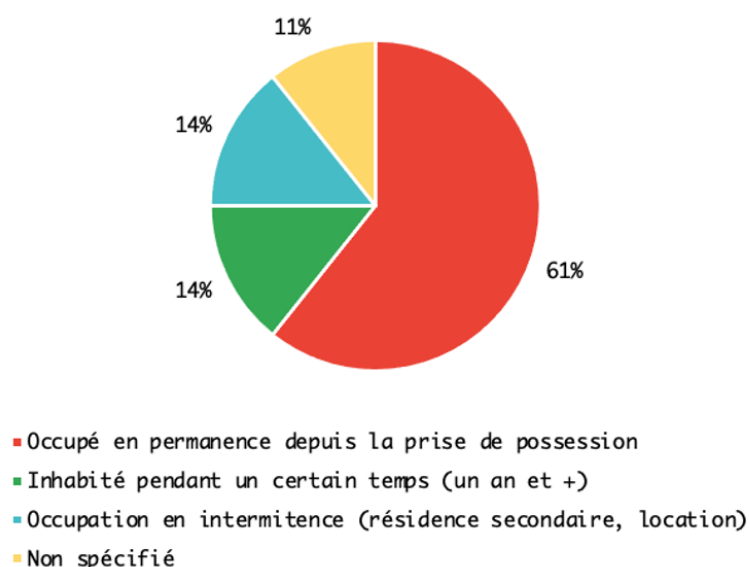


## Occupation du bâtiment

L'occupation d'une propriété peut s'avérer déterminante pour le développement d'un champignon comme la mérule puisque son entretien est plus susceptible à la négligence si cette dernière n'est pas habitée en permanence. En ce sens, il peut être plus complexe de constater la présence de moisissures si un bâtiment fait usage de résidence secondaire, s'il sert de chalet par exemple, ou s'il est destiné à de la location. Dans cette même optique, l'avènement d'une infiltration ou d'une fuite d'eau peut prendre plus de temps à être constaté et ainsi permettre la croissance de la mérule si le problème n'est pas traité rapidement.

Au sein de notre échantillon, nous constatons que 61% des domiciles étaient occupés en permanence au moment du diagnostic de mérule alors que 28% de ces derniers ont soit été inhabités pendant plus d'un an, soit occupés de manière intermittente. Notons également que seuls les domiciles servant de résidence principale sont éligibles au programme de la SHQ, pouvant ainsi influencer nos résultats.

**Occupation du bâtiment avant la découverte de la contamination à la mérule**

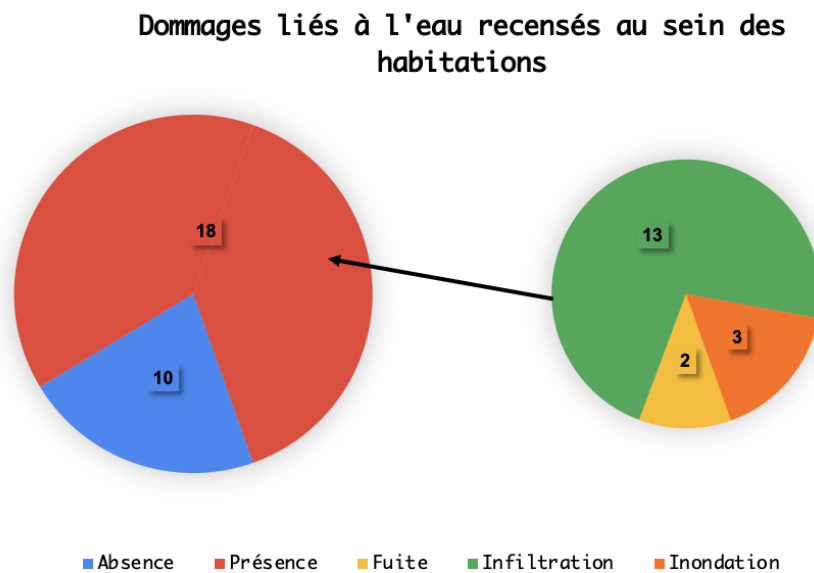


## Domages liés à l'eau

Les habitations exposées à des dégâts d'eau se voient plus vulnérables à l'apparition d'un champignon comme la mérule puisque celle-ci se développe surtout sur des matériaux mouillés ou humides. Ceci dit, il nous a semblé pertinent d'obtenir des informations plus

précises sur les domiciles de notre échantillon qui ont déjà été exposés à des dégâts d'eau avant l'apparition de la mэрule et ce, pendant ou avant que ces derniers soient habités par les propriétaires actuels.

Ainsi, plus de 64% des répondants affirment qu'un dégât d'eau (fuite ou infiltration d'eau) a eu lieu au sein de leur domicile avant la découverte du champignon. Seize de ces dix-huit participants mentionnent que ces expositions à l'eau sont dues à une infiltration d'eau, dont trois d'entre eux affirment avoir été victimes d'inondations. D'une autre part, deux de ces participants affirment qu'une fuite était à l'origine de ces dégâts d'eau (bris de tuyau par exemple).



Bien que la majorité des participants de l'étude ne peuvent définir combien de temps s'est écoulé entre la fuite ou l'infiltration d'eau dans le domicile et le diagnostic de mэрule, souvent en raison de la localisation de l'accumulation d'eau dans le vide sanitaire, quelques participants affirment que la découverte du champignon a eu lieu dans une période allant de 3 mois à 5 ans après le dégât d'eau. De ces participants, seulement sept d'entre eux affirment avoir réagi rapidement à la suite du constat des dégâts d'eau. Pour les autres, on mentionne qu'il a été difficile d'agir brièvement vu la localisation des dégâts.



## Regard sur les origines de la contamination selon nos participants

Finalement, le questionnaire nous a permis de connaître les impressions des participants quant à l'origine de la contamination de leur propriété. Pour la plupart de ces derniers, il se voit complexe d'en déterminer l'origine exacte puisque celle-ci peut être influencée par une multitude de facteurs qui ne sont malheureusement pas toujours vérifiables. Toutefois, il en ressort certaines réponses récurrentes qui concordent également avec la littérature disponible au sujet de la mэрule.

Ces causes sont les suivantes :

- un haut taux d'humidité dans la pièce où se trouve la contamination;
- un manque important de ventilation;
- une mauvaise conception de la fondation ou un manque de protection étanche dans le vide sanitaire;
- des lacunes lors de travaux de construction ou de rénovation;
- l'utilisation de matériaux contaminés lors des travaux;
- l'intrusion de spores par les fenêtres de la pièce concernée et des conditions favorables à leur croissance;
- une infiltration ou une fuite d'eau, qui parfois n'est pas réglée rapidement;
- une pente négative favorisant l'infiltration d'eau et sa stagnation dans le bâtiment;

Enfin, malgré que notre échantillon soit limité, nous pouvons constater que le portrait des domiciles contaminés à la mэрule de l'étude se voit plutôt homogène. Somme toute, comme la Société d'habitation l'expose dans son rapport, nous pouvons observer que les maisons de type unifamilial, qui sont érigées sur un vide sanitaire sur terre battue avec des fondations de béton ou de pierres et mortier, constituent des caractéristiques qui sont plutôt dominantes au sein de notre échantillon. Ces singularités sont en ce sens très observées au sein des domiciles plus âgés, et sont significatives au sein de notre échantillon, qui rappelons-le, comprend 33% de domiciles âgés de cent ans et plus. Toutefois, tel que mentionné, ces résultats peuvent être biaisés du fait que seules les propriétés de type unifamilial ou de type plex sont éligibles au programme d'intervention résidentiel offert par la Société d'habitation du Québec, de même que pour les domiciles servant uniquement de résidence principale.

L'exposition des domiciles à un dommage lié à l'eau, voire à un taux d'humidité important, peut également se présenter comme un facteur de développement déterminant d'une contamination dans notre étude. De plus, le temps d'intervention suivant le dommage

lié à l'eau étant dans la majorité des cas trop long, se présente comme un facteur aggravant pour le développement d'un champignon tel que la mérule.

Finalement, bien que certaines caractéristiques propres au bâtiment ressortent, nous pouvons déduire qu'un champignon comme la mérule a la capacité de se développer dans une étendue de conditions qui sont interdépendantes au bâtiment et à son entretien. Ainsi, la seconde section du rapport aura pour but de démontrer s'il y a une présence de certaines tendances propres à l'environnement du bâtiment qui pourraient représenter des facteurs de développement de la mérule.

## UNE ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT : PORTRAIT ENVIRONNEMENTAL DES DOMICILES CONTAMINÉS À LA MÉRULE

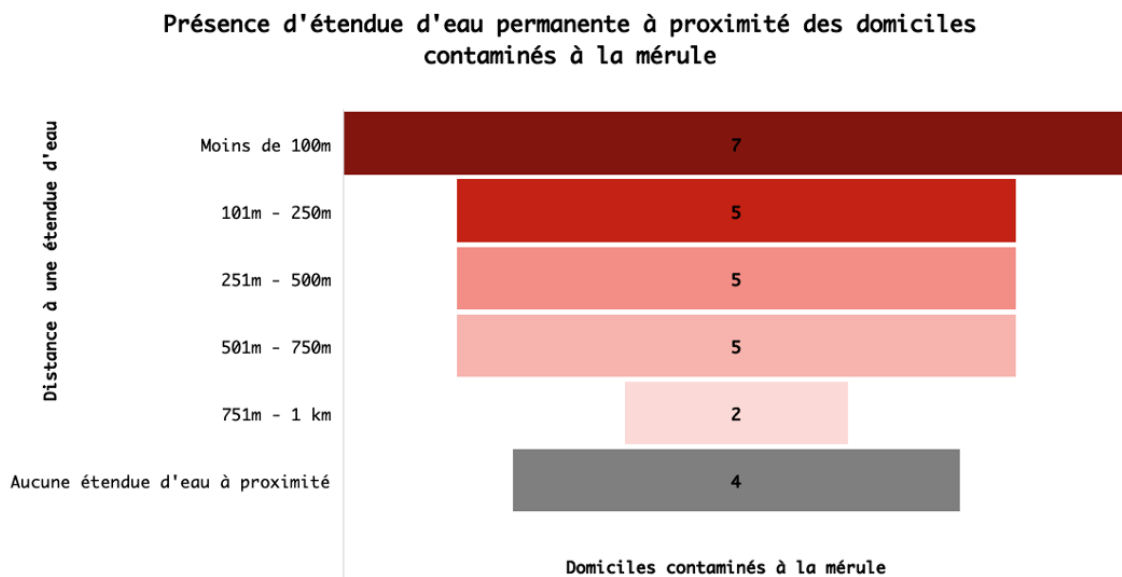
La section suivante constitue une présentation de données qui se veut plutôt exploratoire. À la suite de l'acquisition de caractéristiques des domiciles contaminés à mэрule présentées en première partie, nous avons tenté de récolter certaines informations nous semblant pertinentes pour bonifier le portrait du milieu de croissance d'un champignon comme la mэрule. Ces données pourront donc nous permettre d'avoir une meilleure vue d'ensemble du contexte environnemental des propriétés de l'étude. En ce sens, nous avons cru intéressant de se pencher sur certains facteurs marquants l'environnement de chacun des domiciles afin de voir s'il est possible d'y en dégager certaines tendances, voire des indicateurs de croissance du champignon qui sont propres à l'environnement du bâtiment. Bien que la mэрule est une espèce de champignon qui ne croît que très peu en milieu extérieur, nous aspirons à recueillir des connaissances sur les caractéristiques des milieux de développement de la mэрule de notre étude.

Ainsi, nous nous sommes penchés sur des facteurs environnementaux dont les données sont à la fois accessibles, mais également pertinentes pour les conditions de développement de la mэрule dont la croissance peut être influencée rappelons-le par des facteurs comme l'humidité, la température, la ventilation ou même le degré de luminosité. Cela dit, il nous a été possible de se pencher sur ces six facteurs environnementaux:

- la **présence de plans d'eau** à proximité des domiciles contaminés;
- la **présence de milieux humides** à proximité des domiciles contaminés ;
- l'**indice d'humidité topographique** de l'environnement des domiciles contaminés;
- les **dépôts de surface** des sols sur lesquels reposent les domiciles contaminés;
- la **canopée** présente sur les terrains des domiciles contaminés;
- les **domaines bioclimatiques** dans lesquels sont localisés les domiciles contaminés.

## 1. Présence d'étendue d'eau permanente

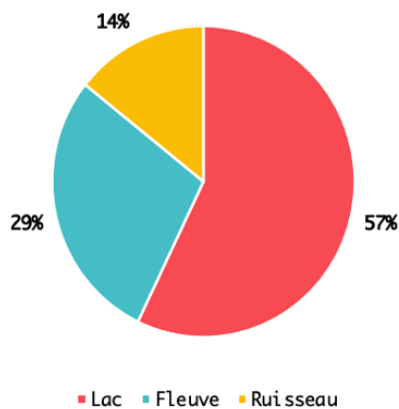
Tel qu'indiqué plus tôt, la croissance d'un champignon comme la mérule pleureuse est favorisée par la présence d'eau ou d'humidité dans la structure du bâtiment, notamment sur des matériaux de bois, de carton ou de papier. Bien qu'une infiltration d'eau ou un dégât d'eau puisse être relié à plusieurs causes (bris de tuyauterie, inondation pluviale, ruissellement, etc.), la présence d'une étendue d'eau à proximité du domicile peut s'avérer propice à des problématiques d'infiltration d'eau liées aux montées d'eau ou aux nappes phréatiques, par exemple si un débordement d'un cours d'eau ou d'une étendue d'eau à proximité survenait. Ainsi, nous avons cru nécessaire de s'intéresser à la présence d'étendue d'eau permanente à proximité des domiciles de notre étude. Pour ce faire, nous avons tenu compte de quatre types d'étendue d'eau permanente : les fleuves, les rivières, les lacs ainsi que les ruisseaux. La récolte de données pour ce facteur a été basée sur l'étendue d'eau permanente se situant la plus proche de chacun des domiciles, et ce jusqu'à une distance maximale d'un kilomètre.



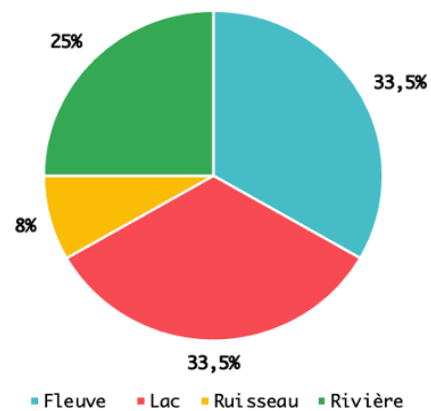
Tel que présenté ci-haut, 86% des domiciles de notre échantillon total sont localisés à un kilomètre et moins d'une étendue d'eau permanente. Nos résultats révèlent que la moitié de ces propriétés se situent à une distance comprise entre 251 mètres et 1 kilomètre d'un point d'eau. Nous observons donc en revanche que 50% des domiciles de ce même échantillon se situent à une distance de 250 mètres et moins d'une étendue d'eau, une proportion qui se voit significative pour notre étude. Parmi ces propriétés, 58% sont localisées à moins de

100 mètres d'une étendue d'eau correspondant soit à 25% de l'échantillon total de notre étude. Nous constatons d'autant plus que 57% d'entre elles sont situées près d'un lac alors que 29% sont près d'un fleuve. Seulement qu'un domicile de l'étude est localisé à moins de 100 mètres d'un ruisseau.

Répartition des étendues d'eau localisées à moins de 100 mètres des domiciles contaminés



Répartition des étendues d'eau à proximité des domiciles contaminés



D'une perspective générale, nous observons toutefois que la proportion des domiciles qui se situent à proximité du fleuve St-Laurent est identique à celle des domiciles qui sont localisés près de lacs. Seulement 33% des propriétés de l'échantillon se situent à proximité de ruisseaux (8%) ou de rivières (25%).

En regard à ce portrait, nous constatons que la présence d'une étendue d'eau permanente à proximité d'un domicile contaminé est une caractéristique dominante au sein des propriétés

de notre échantillon. Ces étendues d'eau sont majoritairement de superficie importante dans la mesure où les ruisseaux correspondent seulement à 8% des plans d'eau identifiés à proximité des domiciles de l'étude.

## 2. Présence de milieu humide

Dans cette même perspective, nous avons cru important de s'intéresser à la présence de milieux humides à proximité des domiciles qui ont été contaminés à la mэрule. Comme ces derniers renferment une quantité d'eau importante, ils peuvent présenter des risques de dommages pour les propriétés qui se trouvent à proximité. Les milieux humides se définissent comme :

«[...]l'ensemble de sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer la végétation et le substrat. Ces milieux peuvent jouer un rôle important dans le cycle hydrologique d'un bassin versant, notamment sur les processus de charge et décharge des eaux souterraines ». (RQES, 2014)

Dans une mesure où les milieux humides regroupent et désignent plusieurs types de milieux naturels, nous avons retenu trois classes de milieux humides pour ce projet : les tourbières, les marais ainsi que les marécages. Afin d'en saisir les distinctions, nous avons retenu ces définitions pour chacun de ces milieux :

**Tourbière:** « *milieu humide dont le sol est constitué d'au moins 30 cm de tourbe. La tourbe est un sol organique ou constitué de matière en décomposition. Elle résulte de la dégradation et de l'accumulation des débris végétaux, qui s'accumulent plus vite qu'ils ne sont décomposés en raison de forte présence d'eau, de l'acidité du sol ou du manque d'oxygène rendant plus difficile la décomposition* ». (Cobali, 2022).

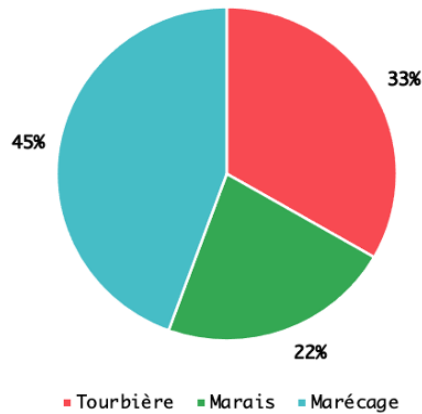
**Marais:** « *milieu humide généralement rattaché aux zones fluviales, riveraines et lacustres, dominées par une végétation herbacée croissant sur un sol, minéral ou organique, inondé de façon permanente, semi-permanente ou temporaire* ». (Canards Canada, 2022).

**Marécage:** « *milieu humide majoritairement riverain, qui est inondé de manière saisonnière et qui peut également être isolé de sa situation topographique. Ce milieu se caractérise par une végétation ligneuse, arbustive et arborescente, se développant sur un sol qui est régulièrement saturé en eau* ». (Canards Canada, 2022).

Au sein de notre échantillon, nous observons que 64% des domiciles se trouvent à proximité d'un milieu humide, soit à un kilomètre et moins d'un des trois milieux humides identifiés ci-haut. Nous soulevons que 61% de ces domiciles se situent à une distance de 250 mètres et moins d'un milieu humide. En contrepartie, 39% des propriétés sont localisées à une

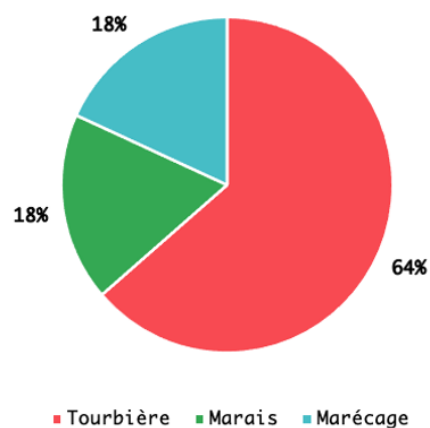
distance variant entre 251 mètres à 1 kilomètre. Alors que les marécages représentent les milieux humides qui prédominent au sein de notre échantillon avec une proportion de 45%, nous observons en revanche que les tourbières constituent les environnements qui sont les plus nombreux près des domiciles qui se situent à moins de 250 mètres et moins.

Répartition des milieux humides présents à proximité des domiciles contaminés



Plus précisément, trois de ces propriétés sont situées à moins de 100 mètres d'un de ces écosystèmes alors que huit autres adresses se trouvent à une distance variant entre 100 et 250 mètres.

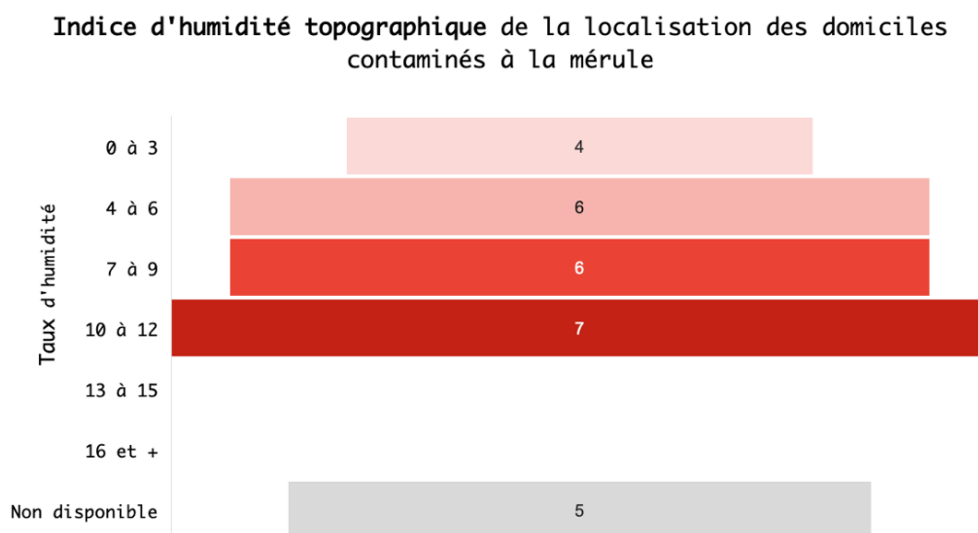
Répartition des milieux humides présents à moins de 250 mètres des domiciles contaminés



### 3. Indice d'humidité topographique

Comme nous ne pouvons réellement déterminer dans quelle mesure la présence de milieux humides ou d'étendue d'eau affecte les propriétés de notre échantillon, nous avons cru pertinent de s'intéresser à un facteur environnemental nous paraissant plus juste : l'indice d'humidité topographique. Contrairement aux deux facteurs environnementaux présentés précédemment, l'indice d'humidité topographique nous permet d'obtenir un aperçu du potentiel d'accumulation d'eau sur un territoire en prenant en considération deux facteurs : la pente et l'aire de drainage d'un territoire. Comme la mûre se développe dans un milieu où l'humidité est importante, ce facteur peut s'avérer révélateur pour notre étude.

Les informations des cinq propriétés localisées dans les régions du Bas-St-Laurent et de la Gaspésie étant indisponibles au moment de l'étude, le graphique suivant représente ainsi l'indice d'humidité topographique de vingt-trois domiciles de l'échantillon total. La présentation des résultats de l'indice d'humidité topographique se voit divisée sous forme de six intervalles, débutant de **0 à 3** pour lequel l'indice d'humidité correspond à milieu étant très sec jusqu'à une intervalle d'une valeur de **16 et +** qui correspond quant à lui à un indice d'humidité dont le milieu est très humide. En d'autres mots, plus l'intervalle de l'indice est faible, moins l'accumulation d'eau dans la zone concernée est importante.



Nos données démontrent que 30% de notre échantillon détient un indice d'humidité topographique compris entre 10 et 12, correspondant soit à un indice d'humidité moyen-élevé. Avec une proportion similaire, 26% des domiciles obtiennent un indice d'humidité compris entre 7 à 9 (moyen-faible) alors qu'une même proportion se situe dans



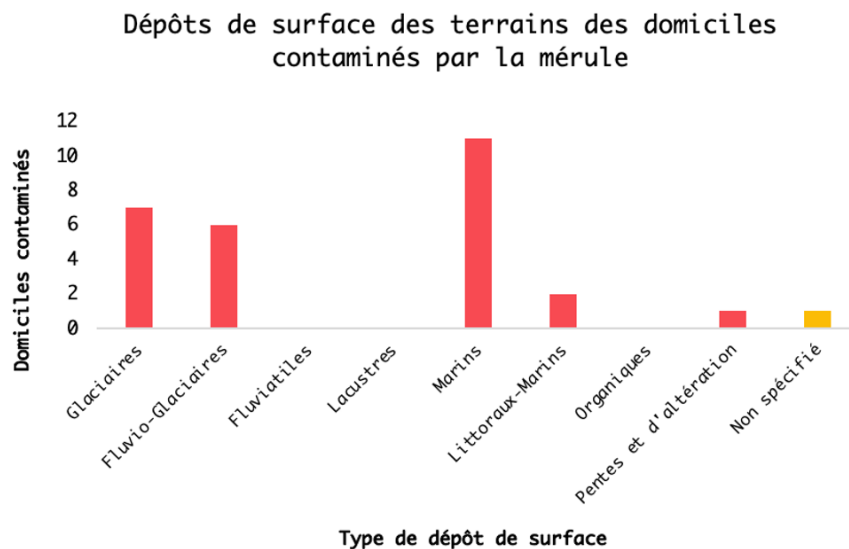
un milieu pour lequel l'indice d'humidité obtient un indice faible, soit dans un intervalle de 4 à 6. Nos résultats nous révèlent enfin que seulement trois propriétés de l'étude sont localisées dans un milieu dont l'indice d'humidité topographique se situe entre 0 et 3 (très faible), donc dans des zones où l'accumulation d'eau est moins importante.

Face à ce portrait, nous constatons que l'indice d'humidité topographique des propriétés de notre échantillon varie considérablement d'un environnement à l'autre. Bien que le tiers des propriétés de l'étude présente un indice d'humidité topographique plutôt important (moyen-élevé), il demeure que les données sont plutôt disparates.

#### 4. Dépôts de surface

Dans une mesure où la texture et l'épaisseur d'un sol peuvent exercer une influence sur sa capacité de drainage, nous nous sommes intéressés aux dépôts de surface des terrains sur lesquels reposent les propriétés de notre échantillon. Généralement composés d'une légère couche organique et d'une couche minérale, ces dépôts de surface constituent la couche qui recouvre le roc, aussi appelé «matériau meuble». Un dépôt de surface peut être composé uniquement d'une couche organique ou à l'inverse d'une couche minérale entière.

Au sein de notre échantillon, les données recueillies nous indiquent que 39% des domiciles contaminés à la mérule reposent sur des dépôts de surface marins dont la majorité sont des sédiments sont d'eau peu profonde. Parmi ceux-ci, nous retrouvons des dépôts de surface constitués de sédiments fins tels que les sables et les graviers, ou d'argiles et de limon qui eux constituent plutôt les sédiments présents en faciès d'eau profonde. Ces types de sol se caractérisent par leur perméabilité et leur porosité. Ils ont ainsi une grande capacité d'emménagement d'eau, mais ont en revanche une capacité de drainage faible (RQES,2016). Nous les retrouvons au sein de plusieurs régions au Québec, notamment dans les basses-terres du Saint-Laurent tout comme à Montréal, soit dans des milieux dont les terres sont planes ou qui correspondaient autrefois à des mers.



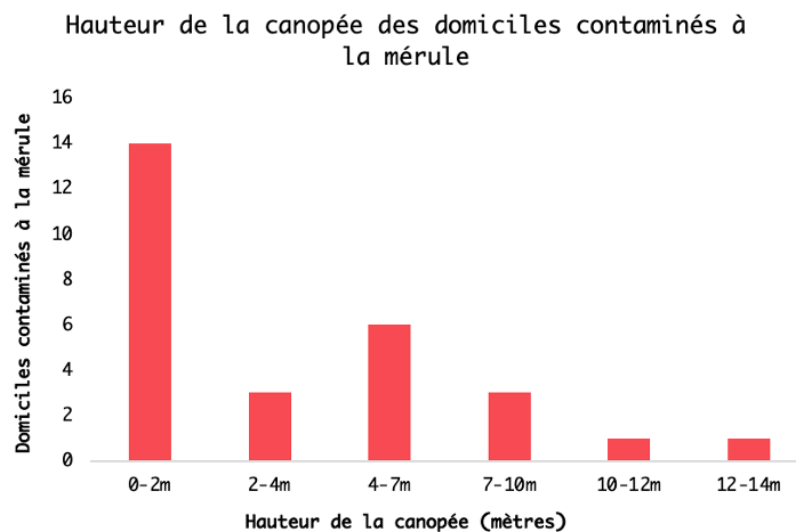
Les dépôts glaciaires représentent quant à eux 25% des matériaux meubles de notre échantillon. Ceux-ci sont principalement composés de tills indifférenciés, soit un mélange de grains et de roches de toute taille qui est généralement peu perméable (RQES,2016). Dans cette même avenue, 21% des dépôts meubles sont dans la grande catégorie des dépôts de type fluvioglaciaires. Parmi ceux-ci, la majorité représentent plus précisément des dépôts proglaciaires qui sont généralement composés de sables, de graviers et de cailloux arrondis (MFFP,2021). Contrairement au till, ce type de dépôt se voit plus perméable.

Enfin, deux propriétés de notre étude (7%) sont situées sur des dépôts littoraux-marins qui sont également constitués de sables, de graviers et de cailloux. Ces types de surface se trouvent principalement en bordure d'étendues d'eau et ont été mis en place par l'action des vagues, par les marées et les courants. En ce sens, ces deux domiciles sont respectivement localisés dans les municipalités de Rimouski et de Saint-François-de-l'Île-d'Orléans, soit à quelques mètres du fleuve St-Laurent.

## 5. Canopée

La canopée est un facteur environnemental que nous croyons curieux d'explorer dans une mesure où celle-ci contribue, avec son mécanisme d'ombrage et de transpiration, à conserver une température locale plus basse. Ainsi, une canopée plus importante favorisera un environnement de vie plus frais. Inversement, l'absence de canopée peut contribuer d'une part à l'augmentation de la température, mais elle peut aussi diminuer la capacité

d'infiltration des eaux pluviales au sol vu l'absence de végétation, pouvant ainsi mener à un risque de surcharge d'eau du sol en cas de précipitations abondantes, par exemple.



Nos données démontrent que notre échantillon présente des hauteurs de canopée assez disparates malgré qu'une tendance puisse ressortir. Cela dit, la moitié des domiciles de notre échantillon sont pourvu d'une canopée plutôt faible, soit d'une hauteur située entre 0 et 2 mètres. De plus, près de 21% des propriétés sont munis d'une canopée de moyenne proportion avec une hauteur variant de 4 à 7 mètres. Finalement, que deux propriétés présentent un couvert arborescent plus important variant soit de 10 à 14 mètres, une proportion étant plutôt mineure dans notre échantillon.

## 6. Domaines bioclimatiques

L'écologie du territoire québécois se voit classifiée à plusieurs niveaux, sous forme de carte. De manière générale, cette classification écologique permet de distinguer les différents écosystèmes terrestres qui constituent le Québec. Ces derniers sont composés d'une végétation et d'un milieu physique qui ont des caractéristiques propres à chacun, tout en fonction de leur position géographique. On parle ici de caractéristiques telles que la composition de la végétation, le climat, le relief, l'hydrographie ou encore la géologie (MFFP,2021).

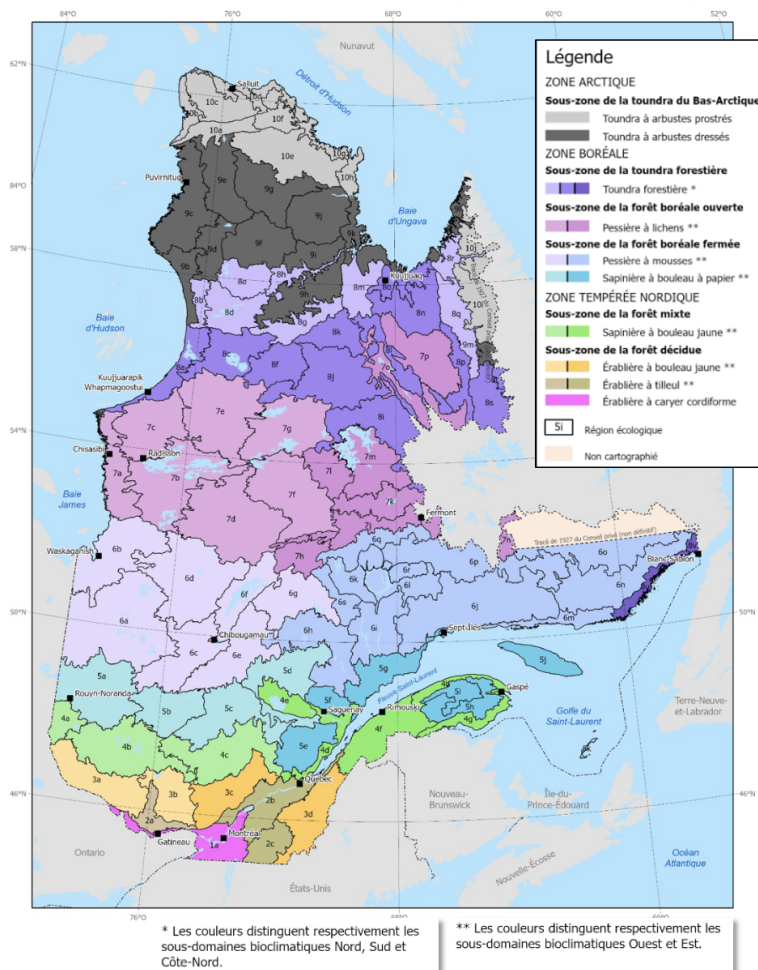
### Zones de végétation et domaines bioclimatiques

À un niveau continental, le Québec est divisé en trois grandes zones de végétation distinctes qui sont intimement liées aux grandes subdivisions climatiques québécoises : la zone arctique, la zone boréale ainsi que la zone tempérée nordique (MFFP,2021). Celles-ci

sont subdivisées en sous-zones de végétation qui elles sont caractérisées par la physionomie de la végétation de fin de succession dominante dans le paysage (MRFP,2003). Ces dernières regroupent dix domaines bioclimatiques qui sont classés en fonction de leur température, leur altitude, leur continentalité et de la géologie du substrat présent, influençant ainsi la composition des espèces arborescentes et de la végétation de chacun des domaines. On note ainsi que l'équilibre entre la végétation et le climat représente le principal critère de distinction de ces domaines bioclimatiques (MRFP,2003).

Certains de ces domaines sont également distingués d'est en ouest (sous-domaines bioclimatiques), en fonction des différences dans les régimes de précipitations et de perturbations naturelles (MRFP,2003). On soulève par exemple que le climat des domaines de l'ouest est généralement plus sec que celui des domaines de l'est, en plus des feux qui y sont plus fréquents. Le relief est quant à lui plus accentué au sein des domaines l'est.

### Carte des zones de végétation, des domaines bioclimatiques et des régions écologiques

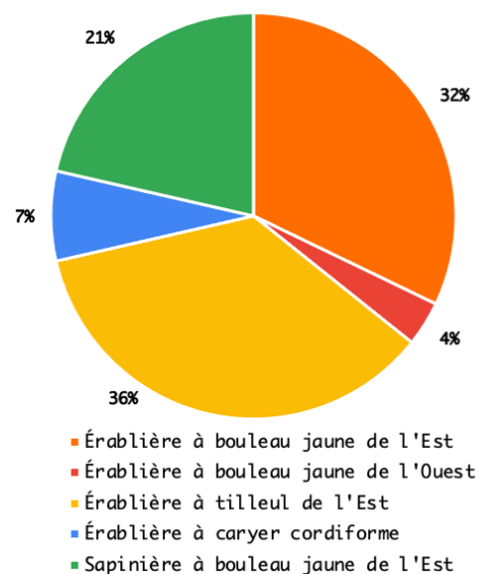


Source: MFFP, 2021.

En ce sens, nous avons donc cru intéressant de se pencher sur les domaines bioclimatiques dans lesquels se situent les propriétés de notre étude afin de relever certaines caractéristiques environnementales qui les distinguent notamment en ce qui a trait au climat et à la végétation des différents territoires.

Tel que présenté, les domiciles de l'étude se trouvent tous dans la zone de végétation tempérée nordique. Près de 21% des propriétés sont localisées dans la sous-zone de la forêt mixte qui se caractérise par la présence d'espèces boréales dont le sapin baumier et l'épinette noire ainsi que par la présence de peuplements mixtes de bouleaux jaunes et d'érablières. En contrepartie, 79% de l'échantillon fait partie de la sous-zone de la forêt décidue, zone de végétation dont la flore est plus riche que la forêt mixte, et qui elle est surtout dominée par l'abondance de feuillus nordiques tels que les érablières (MRFP, 2003).

Sous-domaines bioclimatiques dans lesquels se situent les domiciles contaminés par la mérule



### Domaines bioclimatiques de la forêt décidue

L'érablière à tilleul de l'Est est le domaine bioclimatique qui renferme le plus de propriétés ayant été contaminées à la mérule au sein de notre étude avec un taux de 36% de l'échantillon totale. Son territoire est intimement lié à la plaine du fleuve St-Laurent puisqu'il se situe en grande proportion de part et d'autre de ce dernier (MFFP, 2021). Ce sous-domaine présente une température annuelle moyenne variant de 2.5°C à 3°C et se

distingue de l'érablière à tilleul de l'Ouest par ses précipitations qui y sont plus abondantes, oscillant entre 900 mm à 1300 mm par année. Possédant une flore plutôt diversifiée, sa végétation se caractérise par la présence du tilleul d'Amérique, du frêne d'Amérique, de l'ostryer de Virginie, du noyer cendré ainsi que l'érable à sucre (MRFP, 2003). Finalement, les dépôts de surfaces qui dominent le domaine correspondent aux dépôts de type marins, concordant ainsi avec le type de dépôt de surface dominant au sein de notre échantillon (MRQ,2000).

Avec une proportion similaire, l'érablière à bouleau jaune de l'Est est un domaine bioclimatique qui est également important au sein de notre étude (32%), qui lui correspond au domaine bioclimatique ayant la plus grande superficie de la sous-zone de végétation de la forêt décidue. De sa situation géographique, l'érablière à bouleau jaune de l'Est présente des températures annuelles similaires au domaine bioclimatique précédent avec une température annuelle moyenne se situant entre 2.5C et 5C, et ce avec des différences marquées entre la zone nord et la zone sud du domaine. Ses précipitations totales annuelles varient quant à elles de 800 à 1100 mm, dont 25% sont sous forme de neige (MRQ,2000). Ce territoire est essentiellement composé de l'érable à sucre, de l'hêtre à grandes feuilles et du bouleau jaune (MRQ,2000). Finalement, avec une proportion de seulement 4%, le domaine de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest, étant un milieu plus sec que sa partie Est, est occupé par une seule adresse.

Enfin, qu'une faible proportion (7%) de notre échantillon se trouve dans le domaine de l'érablière à caryer cordiforme, soit le domaine bioclimatique localisé le plus au sud du Québec. Rappelons toutefois que la région de Montréal, étant localisée au sein de ce domaine, est celle qui détient le plus grand nombre de cas de mérule recensé au Québec selon nos statistiques actuelles. Ce domaine bioclimatique au climat subhumide continental, dont le principal réseau hydrique est le Saint-Laurent, est celui qui renferme les températures les plus douces de tous les domaines bioclimatiques présents dans notre échantillon avec une moyenne annuelle de 5C (MRQ,2000). En ce sens, ses forêts y sont très diversifiées et y renferment un grand nombre d'espèces thermophiles, des espèces qui ont donc besoin de conditions météorologiques plus élevées pour vivre (MRFP,2003).

#### Domaines bioclimatiques de la forêt mixte

Nous observons également que 21% des propriétés se localisent au sein du domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Est de la sous-zone de végétation de la forêt mixte. Contrairement aux domaines précédents, la sapinière à bouleau jaune agit à titre de zone de

transition entre la zone tempérée et la zone boréale (MRFP,2003). Elle se situe ainsi dans la portion la plus au nord de la zone tempérée nordique, et est ainsi celle qui présente le climat le plus froid de notre échantillon avec une température moyenne variant entre 0 et 2.5C et des précipitations annuelles moyennes de 1000 à 1100 mm dont 30% tombent sous forme de neige. Comme son nom l'indique, ses peuplements sont principalement composés de bouleaux jaunes et de résineux (MRFP,2003).

## RETOUR ET PERSPECTIVES

### Retour sur les résultats

À la lumière des données recueillies pour cette étude, qui rappelons-le se veut avant tout une étude exploratoire, il nous est possible de dégager certaines tendances parmi les facteurs environnementaux sélectionnés, et ce bien que nous ne puissions réellement déterminer l'incidence de celles-ci sur les propriétés ayant été contaminées par la mэрule.

Tout d'abord, une attention particulière est à porter sur les résultats obtenus pour les trois premiers facteurs environnementaux présentés, étant tous liés à la présence d'eau et d'humidité des différents milieux de vie de l'étude. Ainsi, la proximité des domiciles à une étendue d'eau, à une distance d'un kilomètre et moins, est un facteur environnemental qui est dominant au sein de l'échantillon avec une proportion de 86% des propriétés de l'étude, dont le quart est localisé à moins de 100 mètres d'un plan d'eau. On notera également que 35% de cet échantillon se trouve près d'un plan d'eau de grande ampleur, soit celui du fleuve St-Laurent. Rappelons en ce sens que seize participants de l'étude affirment avoir été exposés à une infiltration d'eau avant la découverte de la mэрule dans le domicile, représentant donc plus de la moitié des domiciles de l'échantillon. Ces dommages pourraient-ils avoir un lien avec la proximité de ces étendues d'eau aux domiciles?

Nous pouvons également observer une importante proportion, soit de 64%, de domiciles qui se trouvent près d'un milieu humide dont la majorité constituent des marécages (à une distance d'un kilomètre et moins). Tout comme pour les plans d'eau, nous ne pouvons encore une fois se prononcer sur les effets potentiels d'un milieu humide situé à une distance considérable d'un domicile. Il va tout de même de soi que des interventions en aménagement doivent être considérées, notamment en ce qui a trait à la fondation d'un bâtiment, afin de limiter tout dommage potentiel lié à l'infiltration d'eau. Nous pouvons également porter attention à l'indice d'humidité topographique des différents milieux de l'étude puisque les données indiquent que le quart de notre échantillon total se trouverait dans des environnements ayant un indice de niveau moyen-élevé quant à l'accumulation d'eau possible sur les territoires visés.

Quant aux données sur les dépôts de surface, ces dernières démontrent que les dépôts de type marins sont importants au sein de notre échantillon. Ce type de dépôt étant plus perméable pourrait donc potentiellement présenter plus de risques quant à l'infiltration d'eau ou de présence d'humidité au sol. Dans ce même sens, une canopée plus importante peut contribuer à favoriser l'absorption des eaux pluviales et donc contribuer à un meilleur



drainage. Notre échantillon affiche toutefois des canopées plutôt faibles, dont la moitié sont situées entre 0 et 2 mètres de hauteur, pouvant possiblement affecter la perméabilité des sols des terrains de notre étude en les saturant davantage.

Finalement, les domaines de l'érablière à tilleul de l'est et de l'érablière à bouleau jaune de l'Est correspondent aux environnements dominants dans notre étude, présentant tous deux des caractéristiques similaires. Ces derniers présentent des températures moyennes annuelles oscillant entre 2 et 5 degrés et sont surtout dominés par la présence de l'érable à sucre, espèce d'arbre qui vit dans des sols qui sont généralement humides et bien drainés. Il est toutefois nécessaire de rappeler que l'érablière à caryer cordiforme, renfermant des températures plus chaudes et une humidité plus importante, est le domaine bioclimatique qui est le plus touché par les cas de mэрule recensés jusqu'à maintenant au Québec.

### Limites de l'étude

Enfin, rappelons que dans le cadre de cette étude, les tendances ressorties quant aux facteurs environnementaux pouvant potentiellement influencer la croissance de la mэрule ne prennent en compte que vingt-huit domiciles ayant été affectés par ce type de champignon au Québec. Ainsi, les résultats présentés ne sont qu'une faible représentation de l'environnement dans lesquels des diagnostics de mэрule ont été confirmés au cours des dernières années. Un échantillon plus important aurait assurément permis une représentation plus juste, et des résultats possiblement dissemblables. Quant à la répartition géographique des cas de mэрule dans l'ensemble du Québec, et pour celle de notre étude, celle-ci se voit aussi influencée par la localisation des firmes de microbiologie qui ont accepté de collaborer avec Mэрule Pleureuse Québec. De plus, suite à l'analyse des résultats obtenus dans la première partie de l'étude, nous avons constaté que le niveau de développement des réponses des participants était très variable d'un formulaire à l'autre amenant parfois des difficultés quant à leur interprétation. Dans ce même sens, les questions adressées aux participants auraient pu être plus précises dans certains cas pour favoriser une meilleure compréhension des éléments de réponses que nous cherchions à recueillir.

### Perspectives

Finalement, bien que des tangentes puissent ressortir à travers nos résultats, nous observons que de multiples facteurs peuvent conduire à la mise en place de conditions nécessaires au développement de la mэрule au sein d'un domicile. Ainsi, les paramètres explorés au cours de la recherche ne peuvent être analysés indépendamment et doivent

prendre en compte la vulnérabilité du bâtiment dans une mesure où l'environnement devient tributaire aux conditions de sa structure.

À la lumière des facteurs environnementaux explorés pour cette étude, il est évident que certains critères sont plus enclins à être considérés que d'autres, notamment la proximité des domiciles à des plans d'eau ou à des milieux humides, en comparaison avec des paramètres dont la corrélation est plus difficilement évaluable ou perceptible. Quoique ces résultats demeurent très embryonnaires, ces données pourront possiblement nous orienter vers de nouvelles pistes de recherche à l'égard de facteurs environnementaux favorisant le développement de la mэрule, et peut-être même permettre des pratiques d'aménagement plus sensibles à la prévention et à la croissance de ce type de champignon au sein de nos espaces de vie.

Ressources :

- Québec. Société d'habitation du Québec (2017). État de la situation sur la mérule pleureuse au Québec, [En ligne], Québec.
- Québec. Réseau québécois des eaux souterraines (2014). Notions d'hydrogéologie, [En ligne], Québec.
- Cobali, 2021.[En ligne], Québec.
- Canards Canada, 2022. [En ligne], Québec.
- Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2021). Classification écologique du territoire québécois,[En ligne], Québec.
- Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (2003).Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec.[En ligne], Québec.
- Ministère des Ressources naturelles du Québec (2000).Programme de connaissance des écosystèmes forestiers du Québec méridional, [En ligne], Québec.